

Изучение смачиваемости твердых тел методом математического моделирования контактных углов

Барайшук С. М.¹, Бобрович О. Г.², Хуан Х. Л.³

¹Барайшук Сергей Михайлович / Baraishuk Sergei Mikhailovich – кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой, кафедра практической подготовки студентов,

Белорусский государственный аграрный технический университет;

²Бобрович Олег Георгиевич / Bobrovich Oleg Georgievich – кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра физики,

Белорусский государственный технологический университет;

³Хуан Хэй Лин / Huang Hailing – магистрант, кафедра общей физики,

Белорусский государственный педагогический университет им. Максима Танка, г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: статья посвящена обсуждению метода измерения краевых углов поверхности с использованием математического моделирования контура изображений сидячих капель. Полученные результаты позволяют использовать предложенный метод, не прибегая к значительным изменениям в экспериментальной части измерений.

Ключевые слова: смачивание, контактный угол, поверхность, инжиниринг, метод математического моделирования изображений.

Исследование краевых углов смачивания позволяет получить важную информацию о взаимодействии твердых тел, жидкости и молекул газа. В частности, смачиваемость поверхности взаимосвязана с характеристиками топографии поверхности (шероховатость, отношение полной площади поверхности к проективной), составом поверхности, межфазными взаимодействиями и свободной поверхностной энергией [1-2]. Метод сидячей капли широко используется для измерения краевых углов смачивания. В данной работе проводится измерение краевых углов смачивания поверхности методом математического моделирования изображения контура сидячей капли, которое получено на ранее описанной установке [3], с использованием математического пакета Maple.

Непосредственный эксперимент осуществляли при комнатной температуре 20⁰С и влажности 75%. Вначале включают источник света, затем специальным устройством размещают каплю на исследуемой поверхности. Образец находится на предметном столе, выровненном по горизонтали. Камеру CCD устанавливают соосно образцу. Система капля/образец стабилизируется в течение 10-15 минут, а потом фотографируется. Изображение сохраняется в формате BMP (рис. 1 а). В качестве тестовых образцов нами были использованы системы Мо-покрытие/стеклянная подложка, полученные методом осаждения металла в условиях облучения собственными ионами, со временем нанесения 1-3 часа и ускоряющим потенциалом 3КэВ.

В нашей работе для определения контура капли применяли как групповые фильтры графических редакторов, так и ранее разработанную программу Angle [4], которая обрабатывает изображение системы капля – подложка – воздух таким образом, чтобы выделенной оказалась граница раздела жидкости и газа, и изображение системы оказалось спроецировано на плоскость. После обработки получали следующие изображения (рис. 1 б).

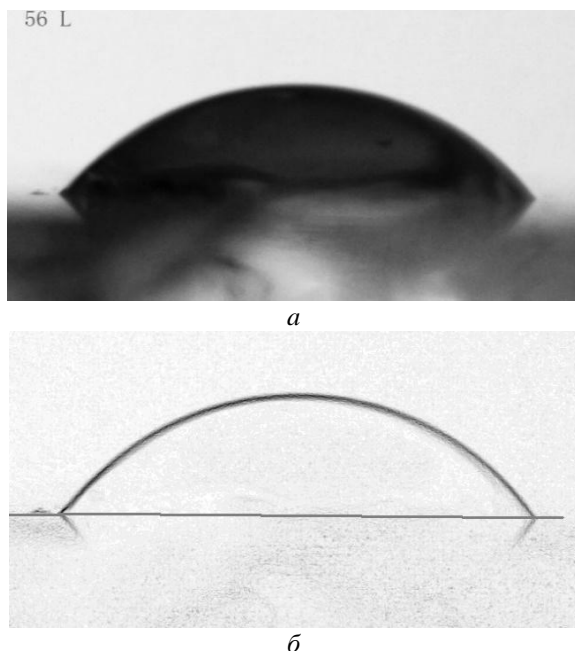


Рис. 1. Полученное (а) и обработанное (б) изображение

Для нахождения краевых углов смачивания нами была предпринята попытка смоделировать контур капли. При этом было сделано допущение, что контур капли будет представлять собой сегмент эллипса. Тогда форму капли можно описать функцией второго порядка. Для этого на обработанном групповыми фильтрами изображении с установленной границей раздела жидкость-газ выбираем 6 точек в каждом изображении. Выборкой 4 из 6 строим уравнения эллипса, которые максимально точно укладываются на эти точки, и все полученные уравнения усредняем.

Решая в программном пакете Maple систему уравнений $\frac{(x-x_0)^2}{a^2} + \frac{(y-y_0)^2}{b^2} = 1$ для выбранных точек, находим параметры эллипса: координаты центра $(x_0; y_0)$, большую (а) и малую полуоси (b). Найдя все эти параметры, мы получаем функцию, описывающую контур капли.

После этого определяем по изображению точки трехфазного контакта на проекции полученного изображения и по их координатам строим прямую, проходящую вдоль поверхности твердого тела, касательные слева и справа. После чего получаем уравнение тангенса угла между касательными к полученному эллипсу в точках трехфазного контакта и прямой, проходящей вдоль поверхности: $\operatorname{tg} \alpha = \left| \frac{k_2 - k_1}{1 + k_2 k_1} \right|$, откуда всегда можно найти непосредственно краевой угол смачивания в изучаемой системе.

Проведя анализ изображений капли, математическое моделирование контура капли и краевых углов для поверхности стекла с нанесенным на него покрытием на основе молибдена. Моделирование проекции поверхности капли как эллипса дает результаты, близкие к результатам прямых измерений, схожие с результатами, полученными прямыми измерениями с применением ранее описанной установки и методики [4].

Разброс значений относительно медианного в пределах 0.6%, что позволяет использовать этот метод для определения краевого угла смачивания в дальнейшем, т. к. он математически хорошо воспроизводим, и не требует значительных изменений в экспериментальной части.

Литература

1. Kwok X. D. Et all. Self aggregation of vapor—liquid phase transition // Journal Progress in Natural Science, 2003. 13 (6). P. 451—456.
2. Chibowski E., Perea-Carpio R. Problems of contact angle and solid surface energy determination // Journal Advances in colloid and Interface Science, 2002. 98 (2). P. 245—246.
3. Барайшук С. М., Дедюля И. В. Экспериментальное изучение смачивания твердых поверхностей адгезиями в курсе общей физики. // Вестн. Беларус. гос. ун-та. Сер. Физ.-математ. науки, 2011. № 4 (70). С. 29—32.
4. Автоматизированный комплекс для измерения равновесного краевого угла смачивания на плоских поверхностях / Патент РФ 7074 по заявке 20100661, от 12.10.2010 // Е. П. Макаревич, И. С. Ташлыков, С. М. Барайшук, М. А. Андреев.

Образовательные технологии в естественнонаучных направлениях Черкасова О. А.¹, Черкасова С. А.²

¹Черкасова Ольга Алексеевна / Cherkasova Olga Alekseevna – кандидат физико-математических наук, доцент,
кафедра компьютерной физики и метаматериалов, физический факультет,
Саратовский национальный исследовательский государственный университет
им. Н. Г. Чернышевского;

²Черкасова Светлана Алексеевна / Cherkasova Svetlana Alekseevna – кандидат технических наук, доцент,
кафедра технической механики и деталей машин,
институт электронной техники и машиностроения,
Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина, г. Саратов

Аннотация: представлены различные образовательные технологии, используемые в вузе. Рассмотрены их достоинства и недостатки применительно к естественнонаучным и техническим направлениям. Сделан акцент на активные образовательные технологии и перечислены наиболее приемлемые с учетом специфики данных направлений.

Ключевые слова: образовательные технологии, интерактивные методы обучения.

Если человек в школе не научится творить, то и в жизни он будет только подражать и копировать.
Л. Н. Толстой

Использование образовательных технологий является обязательным при подготовке квалифицированных специалистов. В связи с этим возникают вопросы, какие образовательные технологии наиболее эффективны и отражают требованиям образовательных стандартов и тем самым развивают требуемые компетенции будущего специалиста. Анализируя используемые образовательные технологии [1-4], можно говорить об их многообразии, однако не все известные образовательные технологии могут быть использованы при подготовке специалистов естественнонаучных и технических специальностей. Следовательно, возникает вопрос, какие технологии выбрать? И в каком объеме их использовать? По требованию федеральных государственных образовательных стандартов учебный процесс должен предусматривать занятия в активной и интерактивной формах. При этом удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, должен составлять не менее 20-40% от аудиторных, в зависимости от направления подготовки. Что влечет за собой полную перестройку преподавания в вузе.